Edgar J. Cyg

Über die gymnastische Widerstandsbewegung in der Therapie der Herzkrankheiten.

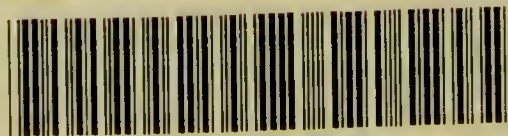
Von

Dr. K. Hasebroek,
dirig. Arzt des Medico-mechan. Institutes in Hamburg.

Mit 1 Abbildung im Text.



Leipzig.
Verlag von Alfred Langkammer.
1895.



Über die

gymnastische Widerstandsbewegung

in der Therapie

der Herzkrankheiten.

Von

Dr. K. Hasebroek,

dirig. Arzt des Medico-mechan. Institutes in Hamburg.

Mit 1 Abbildung im Text.



Leipzig.
Verlag von Alfred Langkammer.
1895.

Separat-Abdruck aus der „Festschrift, Theodor Thierfelder gewidmet zur Vollendung seines 70. Lebensjahres“.

Druck von Ehrhardt Karras, Halle a. S.

In der Heilgymnastik stehen, hinsichtlich ihres Effektes auf das Cirkulationssystem, den passiven Bewegungen und Massagemanipulationen die aktiven Bewegungen gegenüber. bei welchen es gilt, einen allmählich sich steigernden Widerstand zu überwinden oder mit andern Worten, Muskelarbeit zu leisten: während wir bei den ersteren ausschliesslich in der Peripherie des Kreislaufsystemes auf den Blutumlauf wirken, wobei das Herz selbst eine passive Rolle spielt, indem es die beschleunigt zugeführte Blutmasse vorläufig nur aufzunehmen hat, verlangen die Widerstandsbewegungen eine aktive Beteiligung des Herzens, nehmen den Herzmuskel aktiv in Anspruch.

Über die Wirkung der Muskelarbeit auf Herz und Gefässsystem herrschen noch manche Unklarheiten, besonders in Hinsicht auf die Therapie der Funktionsstörungen des Herzens. So sind die Meinungen noch geteilt darüber, ob eine Steigerung oder ein Sinken des arteriellen Blutdruckes durch Muskelarbeit anzunehmen ist. Traube fand bekanntlich experimentell, dass bei Muskelarbeit der Druck steigt; Oertel's Untersuchungen hatten dasselbe Ergebnis: der Sphygmomanometer zeigte nach dem Bergsteigen eine Erhöhung des arteriellen Blutdruckes. Zander hingegen, gewiss ein kompetenter Beurteiler in diesen Dingen, will von einer Blutdrucksteigerung nichts wissen; er meint, dass man schon aus theoretischen Gründen denen nicht zustimmen könne, welche eine Erhöhung des Blutdruckes im Arteriensystem als Folge von Bewegung und Muskelarbeit annehmen wollen. Es wäre nach seiner Ansicht ein Unglück, wenn der Effekt der Muskelarbeit eine weitere Vermehrung des Blutdruckes wäre, also noch eine Vergrösserung der das Herz erschöpfenden Widerstände resultierte. Speziell wendet Zander sich gegen die oben erwähnten Untersuchungen Oertel's mittelst des Sphygmomanometers; er meint, dass Oertel

*

sich zu sehr auf dieses Instrument verlassen habe: der Sphygmomanometer messe zugleich die extravasculäre Succulenz des Gewebes und dessen dadurch bedingten Widerstand gegen Kompression und komprimiere also nicht nur die Arterie sondern auch das darüberliegende und das umgebende Gewebe, welches in Folge der lebhaften Cirkulation verschieden succulent und verschiedenen Widerstand bieten könne.[1])

Nebel sagt: „Es ist geradezu als Fundamentalsatz festzuhalten, dass der Blutdruck durch Muskelarbeit herabgesetzt wird“,[2]) führt zum Beweise jedoch lediglich an, was in diesem Fall nicht genügend ist, dass die älteren Marey'schen, dann die Oertel'schen und endlich eigene Pulskurven eine Entspannung der peripheren Arterien nach Muskelarbeit zeigen.

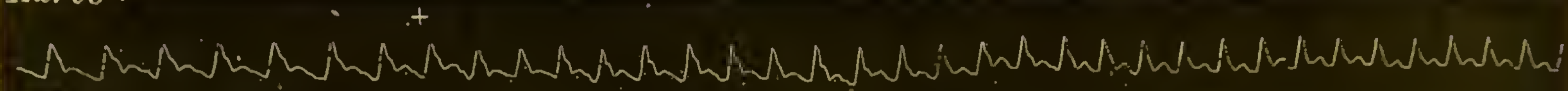
In Folgendem möchte ich eine Reihe von Versuchen mitteilen, welche ich angestellt habe, um Klarheit über die Wirksamkeit derjenigen Muskelarbeit zu erhalten, wie ich sie täglich Herzkranken zu verordnen Gelegenheit habe und wie sie in der spezifischen heilgymnastischen Widerstandsbewegung gegeben wird. Zu diesem Zwecke erschien es mir von Wichtigkeit, die Wirkung der einzelnen abgeschlossenen Widerstandsübung, wie wir sie im gymnastischen Rezept verschreiben, im Zusammenhang auf Puls und Blutdruck detailliert festzustellen, und zwar gleichzeitig, während eines und desselben Zeitraumes nach der Übung.

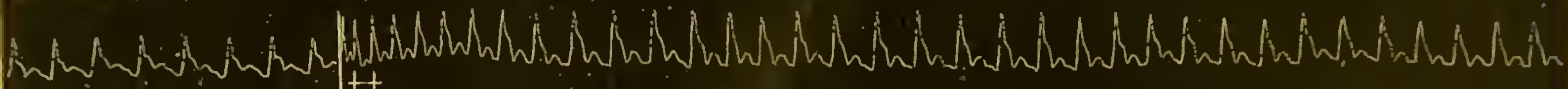
Ein solches Vorgehen musste, zumal wenn es sich um einen verhältnismässig kurzen Zeitraum handelte, in zweierlei Weise von Vorteil sein: erstens musste bei der sphygmomanometrischen Bestimmung des Blutdruckes innerhalb dieser kurzen Zeit nach der Muskelarbeit der Vorwurf Zanders fortfallen, dass eine wechselnde Succulenz des perivasculären Gewebes, wie Oertel sie nach längerem Bergsteigen an seiner Radialis gehabt haben kann, die Werte beeinflussen könnte; zweitens aber ist man im Stande, für diese kurze Zeit das Verhältnis von Blutdruck zu den gleichzeitig vorhandenen peripheren Widerständen genauer festzustellen, wodurch man in der Lage ist, weiterhin Schlüsse zu machen auf die Grösse der Inanspruchnahme des Herzmuskels selbst.

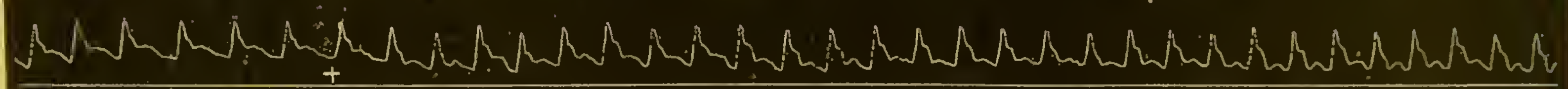
---

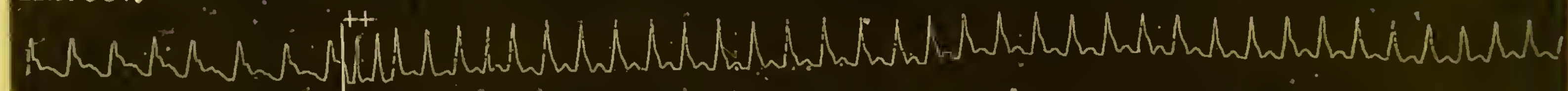
[1]) Nebel, Die Behandlung mittelst Bewegung und Massage. Wiesbaden 1891. S. 36 u. 37.

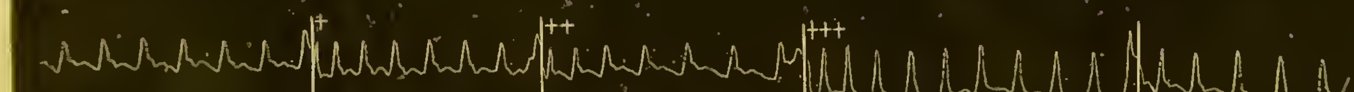
[2]) eod. loc.


Kurve 1a
+


Kurve 1b
++


Kurve 2a
+


Kurve 2b
++


Kurve 3
+
++
+++


Kurve 4
a
b
c
d
e
Vor der Uebung
Unmittelbar n.d.Ueb.
5 Minuten n.d.Uebung
10 Minuten n.d.Ueb.
15 Minuten n.d.Ueb.

Ich wählte zu den Versuchen die Widerstandsübungen Unterarmbeugen und Hüftbeugen = Oberschenkelbeugen. Sämtliche Versuche stellte ich an mir selbst an.

I. Sphygmographische Untersuchungen.

Der Sphygmograph ruhte während der Versuchszeit unverrückt auf der *L* Radialis, der Arm lag in einer auf einem Stativ befestigten Hohlschiene, der Zug am Sphygmographen wurde durch angehängtes Gewicht erzielt, sodass der *R* Arm für die auszuführende Widerstandsbewegung frei blieb.

Aus einer grossen Anzahl von vollkommen übereinstimmende Resultate liefernden Versuchen teile ich die folgenden Paradigmata in beigefügter Abbildung mit.

I. Widerstandsübung des Rechten Vorderarmes: ca. 10 maliges Heben und Senken einer 15 Kilo schweren Hantel:

Kurve 1[a], aufgenommen während der Übung selbst, an der Linken Radialis: nach Registrierung von 7 normalen Pulswellen beginnt bei + die Widerstandsübung.

Kurve 1[b]; erster Kurvenabschnitt bis ++ vor, zweiter Kurvenabschnitt unmittelbar nach der bis zur leichten Ermüdung exerzierten Widerstandsübung.

II. Widerstandsbewegung des Rechten Oberschenkels: ca. 10 maliges Heben und Senken derselben Hantel (welche am Riemen über dem Knie hängt) durch die Übung Hüftbeugen:

Kurve 2[a], aufgenommen während der Übung selbst, bei + Beginn der Übung

Kurve 2[b]; erster Kurvenabschnitt bis ++ vor, zweiter Kurvenabschnitt unmittelbar nach der bis zur leichten Ermüdung ausgeführten Übung.

Wenn wir mit vorsichtiger Zurückhaltung uns hüten, allzuviel aus den Pulskurven herauszulesen, so geht aus den bei unverrückbarer Lage des Sphygmographen veränderten Kurven zunächst das zweifellos hervor, dass bei gleichzeitiger Steigerung der Frequenz der Pulsschläge die Linke Radialisarterie unter der Übung entspannt wird und zwar, dass die Entspannung allmählich eintritt, während der Übung sich entwickelnd, wie man von Pulswelle zu Pulswelle verfolgen kann. Da die Entspannung der Radialis

in genau gleicher Weise auch bei der Beinübung (Kurve 2^a, 2^b) eingetreten ist, so können wir annehmen, dass überhaupt bei jeder Widerstandsübung sämtliche periphere Arterien des Stammes entspannt werden. Ob auch eine Erweiterung der Arterien statt hat, dürfte sich aus den Kurven mit absoluter Sicherheit nicht ableiten lassen; immerhin würden diejenigen Kurven dafür sprechen, bei denen die dicrote Erhebung bei tiefem Abfall der primären Erhebung zur Basis abgeflacht erscheint. Da wir die Entspannung der Arterien in unserm Fall auf eine aktive Thätigkeit der Vasodilatatoren — für eine Lähmung der Vasopressoren ist die Zeit doch wohl zu kurz — zurückzuführen haben, und diese als die Hemmungsnerven der Vasopressoren zu betrachten sind,[1]) so dürfte eine Erweiterung der Gefässlumina sehr wahrscheinlich sein. Oertel nimmt bei seinen Kurven, welche ja grosse Ähnlichkeit mit den unserigen haben, eine Erweiterung an, weil er an der Temporal-Arterie zugleich die Erweiterung direkt beobachtete; es liegen bei uns die Verhältnisse jedoch wesentlich anders als bei längerem Bergsteigen, sodass eine Uebertragung der Oertel'schen Ansicht auf unsere Kurven so ohne Weiteres nicht angängig ist.

Es ist bekannt, dass auch bei einer tiefen Inspiration — nach Sommerbrodt sehr ausgeprägt, nach Oertel nur im mässigen Grade — Entspannung der peripheren Arterien reflektorisch ausgelöst wird, es müssen also, wenn eine Widerstandsübung unter besonders tiefer Atmung ausgeführt wird, wie es bekanntlich ein Postulat der richtig getriebenen Heilgymnastik ist, die Effekte hinsichtlich der Entspannung sich summieren: dies zeigt in der That die

Kurve 3: Nach Registrierung von 6 Normalpulswellen Ausführung der Widerstandsübung Hüftbeugen unter normaler nicht forcierter Atmung; unmittelbar darauf bei + Entspannungskurve, welche nach 5 Minuten bei ++ bereits wieder in die Normalkurve zurückgegangen ist. Nach der jetzt bei unveränderter Stellung des Sphygmographen unter tiefsten Inspirationen ausgeführten gleichen Widerstandsübung zeigt sich bei +++ die Entspannung in viel höherem Grade.

---

[1]) R. Tigerstedt, Lehrbuch der Physiologie des Kreislaufes. Leipzig 1893. S. 512.

Da bei der tiefen Inspiration der Linke Ventrikel eine grössere Menge Blut aus den Lungen erhält als gewöhnlich, so könnte man somit den in Erscheinung tretenden Effekt der tiefen Atmung, die höher ansteigende primäre Wellenerhebung, auch zum Teil auf ein vergrössertes Schlagvolumen des Ventrikels beziehen: es scheint mir das aber nicht erlaubt, denn es würde alsdann nicht eine solche Konstanz der Erscheinung über eine grössere Anzahl von Pulsen durch ein intermittierend sich vergrösserndes Schlagvolumen sich erklären lassen, wie es der rhythmisch intermittierenden tiefen Inspiration entsprechen müsste.

Was die Dauer der Nachwirkung der oben angegebenen Widerstandsübungen auf die Pulskurve anlangt, so ist nach meinen zahlreichen Beobachtungen diese ca. 10—15 Minuten; auch hierin scheint die tiefe Inspiration von Wichtigkeit zu sein: die *Kurve 4* zeigt z. B. deutliche Nachwirkung der unter tiefsten Inspirationen ausgeführten Widerstandsbewegung Hüftbeugen von 15 Minuten, während nach *Kurve 3* bei derselben unter gewöhnlicher, nicht forcierter Atmung ausgeführten Übung nach 5 Minuten kaum mehr die Arterienentspannung bei ++ zu bemerken ist.

II. Sphygmomanometrische Untersuchungen.

Unsere Pulskurven geben keine Auskunft über den herrschenden mittleren arteriellen Blutdruck. Die Pulskurve berechtigt, wenn wir, wie es bei der Muskelarbeit der Fall ist, eine verstärkte Herzaktion jedenfalls gleichzeitig anzunehmen haben, höchstens dann zu Schlüssen auf den Blutdruck, wenn man eine Erhöhung der Arterienspannung in der Kurve vor sich hat: eine erhöhte Spannung des Arterienrohres involviert unter solchen Umständen mehr oder weniger stets eine Erhöhung des Blutdrucks, denn entweder muss die erhöht gespannte Arterie ihrerseits den Druck ihres Inhaltes erhöhen, oder die Erhöhung der Spannung ist der Ausdruck eines erhöhten Seitendruckes des Blutes. In unserm Fall aber, wo wir mit einer zweifellosen aktiven Entspannung der Arterienwand zu thun haben, kann dessen ungeachtet ebensowohl eine Erhöhung des Blutdruckes als eine Senkung gleichzeitig vorhanden sein.

Zur Bestimmung des Blutdruckes benutzte ich das v. Basch'sche Sphygmomanometer. Ich stellte die Versuche in der Weise

an, dass ich zunächst vor der Widerstandsübung den Blutdruck bestimmte, dann die gleichen Übungen wie bei den Pulskurven machte, und nun in den unmittelbar auf die Übung folgenden 10—15 20 Minuten, also innerhalb derselben Zeit ungefähr, innerhalb welcher die vorher mitgeteilten sphygmographischen Veränderungen des Pulses sich abspielten, mittelst des Apparates eine ununterbrochene Reihe von zahlreichen Einzelbestimmungen machte, ohne innerhalb der Versuchszeit Körperstellung und die Lage der Pelotte des Apparates oder des die Arterie tastenden Fingers merklich zu verändern. Die Zahlen wurden alsdann stets von einer zweiten Person stillschweigend an der Skala abgelesen und ebenso stillschweigend notiert resp. auf meine Markierung hin niedergeschrieben. Da ich auf diese Weise selbst die Skala des Sphygmomanometers gar nicht vor Augen hatte und meine Aufmerksamkeit voll auf das Verschwinden resp. Wiedererscheinen des Pulses richten konnte, glaube ich, dass die Zahlenreihen besonders objektiv sind. Ich berücksichtigte mit Rücksicht auf schnelles Ablesen nur Druckdifferenzen von 10 zu 10 Skalateilen.

Aus dieser ununterbrochenen Reihenfolge von Einzelbestimmungen wurden dann in der Weise Mittelwerte genommen, dass jeder dieser Mittelwerte die Einzelbestimmungen von 3 zu 3 Minuten ungefähr zusammenfasste: so resultierten alsdann aus den zahlreichen Blutdruckbestimmungen innerhalb der 10—15—20 Minuten nach der Widerstandsübung endlich Durchschnittswerte, welche dem mittleren arteriellen Blutdruck von 3 zu 3 Minuten nach der Übung entsprechen.

Ich gebe in folgenden Tabellen sowohl sämtliche gefundenen Zahlen, als die gezogenen Mittelwerte in fettem Druck daneben. Ich teile nicht ausgewählte, sondern die ersten 11 fortlaufenden Versuche mit.

I. Veränderung des Blutdruckes nach der Widerstandsübung Unterarmbeugen (Heben und Senken der Hantel bis zur leichten Ermüdung).

I. Versuch. 29. Sept. 93	II. Versuch. 30. Sept. 93	III. Versuch. 1. Oktober 1893	IV. Versuch. 5. Oktober 1893
V. d. Uebung 130, 140, 130, 130, 130 } **132**	V. d. Uebung 140, 130, 140, 140, 130, 140 } **137**	Vor der Uebung. 150, 160, 150, 160, 140 140, 140, 150, 150 } **150**	Vor der Uebung 140, 140, 140, 140 140, 160, 140 } **143**
N. d. Uebung 140, 160, 150 } **150** 160, 150, 140 } **150** 140, 130, 130 } **133** 110, 90, 110 } **103** 120, 100, 130 } **120** 130, 130 } **130** Versuchsz.: 15 Min.	N. d. Uebung 140, 160, 150, 160, 160 } **155** 165, 165, 150, 165, 145 } **158** 150, 130, 110, 145, 130 } **133** Versuchsz.: 10 Min.	Nach der Uebung 190, 190, 170, 180, 170, 160 } **177** 160, 160, 150, 150, 160, 160 } **157** 160, 160, 130, 140, 150, 150 } **150** 150, 140, 140, 140, 140, 140 } **142** 150, 160, 150, 150, 160, 150 } **153** 140, 130, 140, 150, 150, 150, 150, 150, 150, 140 } **145** Versuchszeit: 20 Min.	Nach der Uebung 160, 160, 160, 160, 180, 180, 180, 180, 180, 160 } **170** 180, 150, 160, 180, 160, 160, 130, 130, 130, 160 } **155** 160, 150, 140, 140, 130, 150, 140, 160, 150, 110 } **143** 120, 120, 120, 120, 140, 120, 110, 110, 80, 110 } **115** 140, 130, 130, 130, 150, 140, 160, 160, 150, 160, 160, 150 } **146** Versuchszeit: 15 Min.

V. Versuch. 12. Oktober 1893	VI. Versuch. 12. Oktober 1893	VII. Versuch. 13. Oktober 1893

V. Versuch. 12. Oktober 1893

Vor der Uebung		
100	110	108
100	110	
110	110	
110	110	

Nach der Uebung			
100	112	90	98
100		100	
110		100	
110		90	
120		90	
120		90	
120		100	
120		110	
110		110	
120		90	
110		100	
100		110	
110		100	
100	95	100	97
90		90	
100		100	
90		100	
100		90	
100		100	
100		110	
100		90	
100		90	
90		90	
90		100	
90		100	
90		100	

100	110	107
100	110	
110	120	
100	90	
100	110	
100	110	
110	110	
110		

Versuchsz.: 15 Min.

VI. Versuch. 12. Oktober 1893

Vor der Uebung		
110	110	107
100	110	
100	110	
110	120	
100	90	
100	110	
100	110	
	110	

Nach der Uebung			
120	113	110	105
120		110	
120		120	
120		110	
90		110	
100		110	
110		100	
110		100	
120		100	
120		110	
110		100	
110	108	110	100
120		90	
120		110	
120		100	
120		100	
120		100	
110		100	
100		100	
110		90	
90		110	
100		100	
80	105	90	
100		100	
110		100	
120			
120			
100			
100			
110			
120			
100			
100			

Versuchszeit: 15 Minuten.

VII. Versuch. 13. Oktober 1893

Vor der Uebung		
160	160	159
160	160	
150	160	
160	160	
160		
160		

Nach der Uebung	
150	149
150	
150	
140	
150	
150	
150	
150	
150	
150	
160	145
150	
140	
140	
150	
130	
150	
130	
140	
160	
150	153
160	
150	
150	
150	
150	
160	
160	
160	
150	
160	
140	

Versuchszeit: 10 Minuten.

VIII. Versuch. 14. Oktober 1893						
Vor der Uebung		Nach der Uebung				
140 140 140 150 140 140 140 140	141	160 150 160 160 160 140	155	130 140 150 120 120 100	125	100 140 140 140 150 140 — 135
		140 140 140 140 140 140	140	140 150 150 140 130 140 150 140	142	Versuchszeit: 15 Minuten.

II. Veränderung des Blutdruckes nach der Widerstandsübung Hüftbeugen. (Heben und Senken der über dem Knie hängenden Hantel bis zur leichten Ermüdung.)

IX. Versuch. 11. April 1894.								
Vor der Uebung		Nach der Uebung						
150 160 145 160 150 150 160 160 150 150	155	170 170 180 190 200 180 190 190 170 160 160	179	150 160 160 160 150 150 140 140 140 130 140	147	130 140 120 120 90 120 130 140 140 130 140	136	150 140 140 150 120 120 150 140 140 140 130 — 138
		140 140 120 130 130 110 130 130 140 140 130	131	140 130 140 130 130 130 140 140 150 150 130	137	140 160 160 160 160 150 140 120 130 150 150 140	147	Versuchszeit: 20 Minuten

X. Versuch. 12. April 1894.

Vor der Uebung			Nach der Uebung							
140	140	**137**	160	**150**	140	**131**	130	**127**	130	**107**
150	130		180		140		130		100	
140	130		150		130		130		100	
140	130		150		100		130		110	
130	140		140		120		140		110	
			150		130		120		100	
			180		130		120		100	
			140		130		120		100	
			130		130		120		100	
			140		140		110		110	
			140		130		120		110	
			140		140		140		100	
			140		140		140		120	
			100	**115**	100	**125**	140	**146**	Versuchszeit: 20 Minuten.	
			100		120		130			
			110		130		130			
			110		130		140			
			120		130		140			
			120		120		160			
			120		130		160			
			120		110		150			
			110		130		140			
			130		130		150			
			130		130		150			
			120		130		160			
			120		140					

XI. Versuch. 13. April 1894.

Vor der Uebung			Nach der Uebung								
120	120	**121**	140	140	**140**	130	130	**133**	110	110	**121**
120	120		140	150		150	130		140	120	
120	110		140	130		160	150		140	110	
120	120		140	110		150	110		120	120	
140	120		150	130		130	110		110	130	
			170	130		130	120		110	130	
120	100	**105**	110	100	**112**	110	130	**112**	130	120	**119**
110	110		100	120		120	100		120	120	
110	100		110	120		130	100		110	130	
110	100		100	120		110	110		110	130	
100	100		120	110		100	120		100	115	
100	100		110	120		100			120		

Versuchszeit: 20 Minuten.

Nach diesen Zahlentabellen erscheint es zweifellos, dass in den bei weiten meisten Fällen zunächst eine Blutdrucksteigerung nach der Widerstandsübung stattfindet, dass aber ebenso zweifellos auf diese Erhöhung eine Senkung des Blutdruckes folgt. Da die Einzelzahlenwerte häufig innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwanken, so könnte man bei diesen an Beobachtungsfehler denken, niemals aber würden alsdann die Mittelwerte bei so vielen Versuchen eine solche relative Uebereinstimmung zeigen hinsichtlich des Endresultates. Ich habe vielmehr die Meinung, dass, bei der durch die Versuchsanordnung möglichen Objektivität, der Blutdruck in der That in kurzen Intervallen erheblich schwankt; ich möchte mir das so erklären, dass die oben beschriebene vasomotorische Entspannung der Arterien in mannigfachem Wechsel der Intensität vor sich geht, besonders in der ersten Zeit nach der Übung, und erst allmählich eine gewisse Konstanz sich ausbildet. Diesem würde auch entsprechen, dass bei einigen der längeren Versuchen die Schwankungen gegen Ende der Beobachtungszeit geringer werden.

Wenn wir die gewonnenen graphischen und manometrischen Aufzeichnungen für die zu Grunde liegenden Widerstandsübungen zusammenhängend betrachten, so ergiebt sich folgendes: Ausnahmslos kommt es durch die Widerstandsübung zur Entspannung der peripheren Arterien, sehr wahrscheinlich auch zur Erweiterung, währenddem steigt, — nicht ganz ausnahmslos, aber doch so häufig, dass die Ausnahme nur zur Festigung der Regel dienen kann — der Blutdruck bis zu einem Maximum, fällt darauf tiefer als vor der Übung, um endlich allmählich annähernd zur Norm zurückzukehren. Aus der gleichen Beobachtungszeit dieser beiden zweifellosen Vorgänge und aus der relativ langen Dauer und Konstanz der Arterienentspannung über die Beobachtungszeit hin ergiebt sich die Möglichkeit, die Schwankungen des Blutdruckes in engste Beziehung zur Herzarbeit zu bringen: wir dürfen für die Zeit der peripheren Arterienentspannung speziell die Steigerung des Blutdruckes direkt auf eine gesteigerte Herzarbeit beziehen.

Die einzige noch in Betracht zu ziehende Möglichkeit, dass die gleichzeitig mit der Entspannung resp. Erweiterung der peripheren Arterien des Stammes kompensatorisch auftretende Verengerung der vom N. splanchnicus innervierten Gefässbezirke die Blutdrucksteigerung bewirke, — es liegen bekanntlich solche

physiologische Versuche vor — muss man doch wohl fallen lassen, wenn man bedenkt, dass bei unseren Versuchen später trotz der noch bestehenden Entspannung der Druck ja wieder fällt, das wäre doch alsdann nicht erklärbar; ausserdem muss man eine eventuelle Verengerung jener inneren Gefässe unter diesen Umständen doch mehr als passive Anpassung an die durch vermehrten Zufluss zur Körperoberfläche bedingte Verminderung des Blutgehaltes auffassen, welche an und für sich schwerlich eine Blutdrucksteigerung in der Aorta und den grösseren Arterien bewirken kann.

Wir dürfen nun ferner auf Grund der gleichen Beobachtungszeit für die sich abspielenden graphischen und manometrischen Erscheinungen schliessen, dass die Steigerung der Herzarbeit nur eine vorübergehende ist, dass das Herz durch die Widerstandsbewegung also nur einen vorübergehenden Impuls erhält, sich energischer zu kontrahieren, und dass endlich auf die Zeit der Mehrarbeit für das Herz eine Ruhepause folgt, resp. eine Arbeitsleichterung, wegen der durch die bestehende Arterienentspannung bewirkten Herabsetzung peripherer Widerstände.

Ob der Beginn der energischeren Kontraktion des Herzens vor, gleichzeitig mit, oder nach dem Beginn der Gefässentspannung stattfindet, lässt sich mit Sicherheit nicht sagen: jedenfalls muss man meines Erachtens in Berücksichtigung der so ausnahmslos beobachteten Gefässentspannung gegenüber der nicht ohne jede Ausnahme dastehenden und der in verschiedenem Grade stattfindenden Blutdrucksteigerung an die Selbständigkeit der Gefässentspannung denken und dieselbe nicht ausschliesslich als sekundär, als kompensatorisch für die vermehrte Herzarbeit auffassen, — wie Oertel bekanntlich, wohl auf Grund dessen, dass der N. depressor aus der Herzkammerwand kommt, es thut — zumal wir die Gefässentspannung ja auch als einen selbständigen Reflex bei Steigerung des intrabronchialen Druckes bei der tiefen Atmung kennen.

Unter Berücksichtigung unserer Ergebnisse scheint mir auch nunmehr etwas mehr Klarheit in die oben erwähnten verschiedenen Ansichten der Autoren über den Blutdruck bei Muskelarbeit zu kommen: bei jeder Widerstandsbewegung kommt es allerdings zunächst, trotz der Entspannung der Gefässe, zur Blutdrucksteigerung durch die forcierte Propulsivkraft des Herzens; hört der

impulsive Reiz der Muskelarbeit auf, so sinkt der Blutdruck, umsomehr als nun die Entspannung der Gefässe noch fortbesteht. Die Sache liegt also so, dass, je nachdem man die grösste Bedeutung auf die Zeit des motorischen Impulses legt, oder auf die Zeit nach Ablauf desselben und auf die Zeit der nachhaltigen Gefässentspannung, man dazu kommen wird, eine Blutdrucksteigerung oder eine Blutdrucksenkung als Effekt der Muskelarbeit anzunehmen. Hervorzuheben ist aber ganz besonders, dass die Blutdrucksteigerung, wenn sie auftritt und zur Beobachtung kommt, niemals zurückzuführen ist auf eine Erhöhung der peripheren Widerstände, sondern stets auf die vermehrte Arbeit des Herzmuskels selbst bei herabgesetzten peripheren Widerständen, und dass deshalb der erhöhte Blutdruck in diesem Fall, als Ausdruck der gesteigerten Herzkraft, nicht durch sich selbst dem Herzen eine Arbeit auferlegen kann, welche es nicht leisten könnte.

Was die Dauer der Blutdrucksteigerung anlangt, so wird diese zweifellos abhängig sein von der Grösse und der Dauer der Arbeitsleistung. Deshalb findet Oertel noch längere Zeit nach dem als eine ununterbrochene Reihe von Widerstandsbewegungen aufzufassenden Bergsteigen den erhöhten Druck, während wir bei unserer Einzelübung mit nachfolgender Ruhe nur über einige Minuten hin den erhöhten Druck finden, um auch der Drucksenkung, und zwar bis unter die Norm, ihr Recht einzuräumen. Es geht hieraus hervor, dass bei dem herkömmlichen Bergsteigen vor allen Dingen das Herz viel längere Zeit hindurch stimulierend angestrengt wird, ehe die Zeit der Arbeitserleichterung eintritt, als bei der üblichen Widerstandsübung.

Bei Betrachtung der therapeutischen Wirkung der Widerstandsübung auf das Cirkulationssystem haben wir zweierlei zu berücksichtigen: 1. die Wirkung auf die Cirkulation, 2. die Wirkung auf den Herzmuskel.

Die Wirkung auf die Cirkulation wird in einer Geschwindigkeitserhöhung des Blutstromes und einer reichlicheren Durchflutung in den peripheren Bezirken des grossen Kreislaufes bestehen; speziell aber muss, wegen der Entspannung und wahrscheinlichen Erweiterung des Gefässgebietes, vor den Kapillaren ein besonders reichliches Blutquantum sich befinden, welches nunmehr während der gesteigerten Propulsivkraft des Herzens eine gewaltige Durchflutung des Kapillargebietes unter beträchtlich

erhöhtem Druck und gesteigerter Geschwindigkeit veranlassen muss. Eine gesteigerte Durchflutung gegenüber früher muss aber auch über die Zeit der Blutdrucksteigerung hinaus, zur Zeit der Blutdrucksenkung noch stattfinden: es ist das von der grössten Bedeutung, denn hierin liegt wesentlich erst die Berechtigung, von einer wirklichen Erholungspause für das Herz zu sprechen. Im Allgemeinen ist es ja richtig, dass wenn der Druck im Arteriensystem fällt, auch Druck und Geschwindigkeit in den Kapillaren abnehmen müssen; die Verhältnisse liegen aber sofort anders, wenn, wie in unserm Fall, eine Entspannung und Erweiterung der Arterien des vor den Kapillaren liegenden Gefässgebietes gegenüber früher eingetreten ist: alsdann kann sehr wohl der Seitendruck in diesen Arterien sinken, in die Kapillaren aber strömt eine reichlichere Blutmenge und Druck und Geschwindigkeit in denselben steigen.[1]) Diese gesteigerte Durchflutung in der Peripherie des Stammes muss eine weitere Wirkung zu Folge haben: es müssen die vom N. splanchnicus versorgten Gebiete entlastet werden, wodurch unter Umständen Stauungen in den Unterleibsorganen günstig beeinflusst werden müssen.

Wie steht es nun nach unseren Ergebnissen mit der zweiten Wirkung der Widerstandsübung, mit der therapeutischen Kräftigung des Herzmuskels, und der Erzielung der für die dauernde Korrektion von Kreislaufstörungen so wichtigen Hypertrophie des Herzmuskels?

Oertel hat in Deutschland zuerst präcis die Ansicht ausgesprochen, dass man den Herzmuskel ebensogut wie einen Skelettmuskel zur Hypertrophie zwingen könne: durch forcierte Arbeit. Nach der Übereinstimmung der anatomischen Struktur von Herz- und Skelettmuskel, und vor allem nach dem physiologischen Ergebnis, dass die spontane Kontraktion des Säugetierherzens sowohl an sich, als in Beziehung zu den auftretenden elektrischen Stromschwankungen vollkommen der Zuckung eines Skelettmuskels entspricht,[2]) kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass man in der That durch vermehrte Arbeit des Herzens unter Umständen den Herzmuskel wird stärken können. Nun hat man sich aber doch sehr zu hüten, dies dahin aufzufassen, dass man jeden Herzmuskel

[1]) Tigerstedt, a. a. O. S. 414.
[2]) Tigerstedt, a. a. O. S. 176 ff.

einfach forciert arbeiten lassen könne, um ihn zur Hypertrophie zu zwingen. Wenn Oertel mit Einsetzung seines eignen Körpers auch bewiesen hat, dass man einen zu schwach arbeitenden Herzmuskel ausserordentlich viel mehr Arbeit auferlegen kann, und dass dieser auf diesem Wege sogar dauernd erstarkt, so hat doch praktisch die Verallgemeinerung dieser und ähnlicher Thatsachen gezeigt, dass es in vielen Fällen nicht so geht, dass im Gegenteil die alte klinische Erfahrung, dass der schwache Herzmuskel möglichster Ruhe und Schonung bedarf, doch auch noch zu Recht besteht.

Wenn wir uns nach den näheren Umständen umsehen, unter denen ein Skelettmuskel hypertrophiert, so finden wir zunächst, dass ein Muskel nur hypertrophieren kann, wenn er durch seinen Ernährungszustand in der Lage ist, über eine gewisse Reservekraft zu verfügen, von welcher wir bei unsern Kräftigungsversuchen ausgehen können; niemals wird es uns möglich sein, z. B. bei einem Typhuskranken, bei welchem die letzten Reservekräfte der Muskeln in Anspruch genommen sind, durch forcierte Arbeit Hypertrophie irgend eines Skelettmuskels zu erzielen. Ferner beobachten wir am Skelettmuskel, dass zur künstlichen Erzeugung der Hypertrophie in der Willenskraft ein Impuls gegeben ist und angewandt werden muss, welcher den Muskel zur maximalen Arbeitsleistung zwingt. Am günstigsten müssen die Verhältnisse liegen, wenn bei jedesmaliger möglichst grosser Arbeitsleistung die gleichzeitige Ermüdung möglichst gering ist: das ist nach den Gesetzen der Muskelphysiologie der Fall, wenn der Muskel beim Heben seiner Last sich möglichst verkürzen kann und wenn er seine Last erst im Verlauf seiner Zusammenziehung zu heben braucht. Endlich wird es von grösster Bedeutung sein, dass forcierte Arbeitsleistung mit Ruhe richtig abwechselt, dass auf die Zeit der Anstrengung eine Ruhepause folgt.

Eine gewisse Reservekraft von Seiten des Herzens vorausgesetzt, — wo und wie diese in den einzelnen Fällen vorhanden ist, würde zu weit führen, hier zu erörtern — müssen wir also verlangen:

1. das Vorhandensein eines Impulses zu erhöhter Arbeitsleistung
2. dass das Herz in die Lage versetzt wird sich möglichst kontrahieren zu können bei seiner erhöhten Arbeit und

dass es den grössten Teil seiner Arbeit nicht im Beginn, sondern mehr im Verlauf der Systole zu leisten hat,
3. dass auf die Anstrengung das Herz Gelegenheit findet, sich auszuruhen.

In wie weit trägt nun die gymnastische Widerstandsübung diesen 3 Punkten Rechnung?

ad 1) In der Widerstandsübung haben wir einen ausserordentlich kräftigen Impuls, analog dem Willensimpuls beim Skelettmuskel: dieser Forderung würde also genügt sein.

ad 2) Wenn das Herz sich möglichst vollständig kontrahieren soll, so muss ihm Gelegenheit gegeben sein, den Inhalt des Arteriensystemes fortzubewegen; es wird dies um so leichter möglich sein, je geringer die peripheren Widerstände sind. Es kann daher keine Frage sein, dass zur therapeutischen Erzielung der Hypertrophie nicht eine Steigerung derjenigen Arbeit des Herzens angebracht ist, welche in dem Entgegenarbeiten gegen einen möglichst hohen Aortadruck besteht, sondern dass vielmehr nur diejenige Arbeitsleistung des Herzens erhöht werden darf, welche in der wirklichen Fortbewegung der Blutmasse im System ausgedrückt ist. Es wird aber dem Herzen Gelegenheit gegeben sein, seine impulsiv gesteigerte Arbeit bei herabgesetzten peripheren Widerständen vorzugsweise in gesteigerte Bewegung des Stromes umzusetzen, wenn der Abfluss in die Peripherie und der Durchfluss durch die Peripherie möglichst ungehindert von Statten gehen kann. Damit wird alsdann auch dem Herzen die Leistung der gesteigerten Arbeit im Verlauf der Systole möglich. Die Verhältnisse liegen bei der Widerstandsübung nach meiner Ansicht nun so, dass allerdings durch die Entspannung und Erweiterung der peripheren Arterien zunächst ein erleichterter Abfluss des Blutes erfolgen kann, für den erleichterten Durchfluss durch die Peripherie aber vermag diese Reflexentspannung nicht zu sorgen, das wird vielmehr stets davon abhängen, wie jenseits der Kapillaren die Venen, das Abflussreservoir, gefüllt sind. Die Widerstandsübung erfüllt an sich also nur zum Teil die Bedingungen, welche wir hinsichtlich Punkt 2 stellen müssen.

Wir sind aber in der Lage, auch der Erleichterung des peripheren Durchflusses Rechnung zu tragen, und damit der zweiten Forderung vollständig zu genügen, wenn wir an dem Prinzip festhalten, erst dann die Widerstandsübung ausführen zu

lassen, nachdem wir vorher möglichst den venösen Zufluss zum Herzen angeregt und unterstützt haben, nachdem wir vor der auszuführenden Widerstandsübung selbständig die Geschwindigkeit in der Peripherie erhöht haben durch die passiven Übungen der Heilgymnastik, durch die Massagemanipulationen, und durch die tiefe Atmung. Gerade bei bestehenden Kompensationsstörungen, vollends bei Vorhandensein von Oedemen, sind die Durchflussbedingungen durch die Kapillaren erschwert, und aus diesem Grunde ist es von fundamentaler Bedeutung, dass bei der Behandlung von Herzkranken zunächst am allermeisten Gewicht zu legen ist auf die selbständige Anregung und Beförderung der peripheren Cirkulation, ehe an die Verordnung der Widerstandsgymnastik herangegangen wird. Machen wir uns dies zum Prinzip, so vermögen wir in der That zu erreichen, dass durch die gymnastische Widerstandsübung eine impulsiv gesteigerte Arbeit des Herzens unter möglichst vollständiger Kontraktion des Herzmuskels und unter Leistung der Arbeit im Verlauf der Systole möglich ist.

Es mag an dieser Stelle betont werden, dass gerade die Zandersche mechanische Heilgymnastik diesem Punkte Rechnung trägt. Hat sich Zander schon mit seinen dosierbaren Widerstandsapparaten grosse Verdienste erworben, so bietet sein System auch deswegen bedeutende Vorteile, als es uns die bequeme Möglichkeit bietet, in ausgedehnter Weise passive Bewegungen, Massagemanipulationen etc. mit den Widerstandsübungen zu kombinieren.

ad 3) Diese Forderung erfüllt die Widerstandsübung in vollkommener Weise: auf eine verhältnismässig kurze Zeit der gesteigerten Arbeit folgt eine Zeit der Ruhe für das Herz; nach Aufhören des stimulierenden Impulses sind die Ab- und Durchflussbahnen noch geöffnet und erweitert, die Widerstände reduziert. In der gesamten Peripherie des Stammes herrscht beschleunigte Cirkulation, welche auch nach Aufhören der gesteigerten Herzarbeit noch selbständig bestehen bleibt und somit durch Ansaugung rückwärts eine Drucksenkung hervorruft. Die Drucksenkung ist der Ausdruck der Erholungspause für das Herz.

Aus diesen Ausführungen ergiebt sich, dass bei der gymnastischen Widerstandsübung in der That die Forderungen, deren

Erfüllung wir als notwendig von den Verhältnissen beim Skelettmuskel abgeleitet haben, erfüllt sind.

Hervorheben möchte ich zum Schluss, dass nach meiner Ansicht ganz besonders in der Erfüllung der 3. Forderung sich die heilgymnastische Widerstandsübung von dem Bergsteigen unterscheidet: die Widerstandsübung trägt voll und ganz der Erholungspause des Herzens Rechnung nach relativ kurzer Anstrengung, die Widerstandsübung entspricht im Verein mit den übrigen Faktoren der Heilgymnastik einem richtigen Verhältnis zwischen Arbeitszeit und Erholungszeit des Herzens. Das Bergsteigen nimmt dagegen erst viel später Rücksicht auf die Erholungspause für das Herz, stellt vielmehr den stimulierenden Impuls auf das Herz einzig und allein in den Vordergrund einer therapeutischen Gymnastik, und wendet diesen viel langandauernder an. Es besteht beim Bergsteigen entschieden nicht ein so richtiges Verhältnis zwischen Arbeitszeit und Ruhezeit für das Herz und hieran wird durch die Verringerung des Neigungswinkels der zu ersteigenden Höhe nichts geändert. Daher kann es keinem Zweifel unterliegen, dass unsere gymnastische Widerstandsübung ausgedehnter anwendbar ist in Hinsicht auf die Kontraindikation, welche durch zu geringe Reservekraft des Herzmuskels gegeben wird, als das Bergsteigen.
